Beiträge zur Morphologie und Physiologie des Soorerregers (Dematium albicans Laurent = Oidium albicans Robin.)

von

Rudolf Hiekel.

Ausgeführt mit Unterstützung der Gesellschaft zur Förderung deutscher Wissenschaft, Kunst und Literatur in Böhmen.

Aus dem pflanzenphysiologischen Institute der k. k. deutschen Universität in Prag. Nr. 81 der zweiten Folge.

(Mit 2 Tafeln und 1 Textfigur.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 18. Jänner 1906.)

I. Einleitung.

Bekanntlich kommt der Soorerreger auf den Schleimhäuten der Menschen, besonders der Mundhöhle und Vagina parasitisch vor, wo er ganze Beläge bilden kann, die aus verfilzten Soorfäden und abgestorbenen Epithelzellen bestehen und gleichzeitig andere Mikroorganismen beherbergen. Bei Kindern und geschwächten Personen kann die Ausbreitung des Soorbelags gelegentlich besonders an Größe zunehmen. Neben dieser lokalen Soorerkrankung beobachtete man jedoch auch Fälle einer Allgemeinerkrankung des Körpers durch den Soor, sogenannte Soormykosen, die von verschiedenen Forschern beschrieben wurden und auch durch Impfung des Soors in die Blutbahn bei Tieren hervorgerufen werden.[1] Inwieweit aber diese Versuche beweisend sind, kann hier nicht beurteilt werden.

---

[1] Vergl. H. Roger, L'infection oidienne. Presse médicale 1898, Nr. 70. Referat: Zentralbl. für Bakt. u. Par., XXVII, 1900, p. 868. Ferner Klemperer, Zentralbl. für klin. Medizin, 1885, p. 850. — Grawitz, Virchow's Archiv, 1881, p. 355.

Daß eine Weiterverbreitung des Soors im Körper möglich sei, geht aus den Befunden von Schmorl[1] hervor, der einen Fall von Soormetastase in der Niere beschrieb. Nach ihm kann der Soor die Epithelien durchdringen und in die feinen Blutgefäße der Schleimhaut gelangen. Auch Heller[2] beobachtete eine ganze Reihe von Fällen, wo der Soor in die Blutgefäße eingedrungen war.

Der Infektion durch Soor sind besonders Kinder, schwächliche Personen und Diabetiker ausgesetzt. Über die Größe der Pathogenität ist man jedoch bis jetzt noch nicht einig. Meist wird der Soor nur als ein pathogener Pilz zweiter Klasse betrachtet, der an weiterer Ausbreitung erst bei schon allgemein geschwächtem Körper zunimmt, während andererseits manche Fälle eine stärkere Virulenz bezeugen, was besonders Heller betont.

Aus den botanischen wie aus medizinischen Arbeiten über den Soorpilz geht aber auch hervor, daß man gegenwärtig noch immer zweifelt, ob die Soorkrankheit durch einen oder durch mehrere Soore oder gar durch verschiedene niedere Pilze hervorgerufen werden kann. Daraufhin weisen die widersprechenden Beobachtungen, desgleichen die Versuche verschiedener Autoren, wie Stumpf,[3] Fischer und Brebeck,[4] zwei verschiedene Soore zu unterscheiden oder, wie Plaut[5] und Grawitz,[6] den Soor mit anderen Pilzen zu identifizieren.

---

[1] Dr. G. Schmorl, Ein Fall von Soormetastase in der Niere. (Originalarbeit.) Zentralbl. für Bakt. u. Par., VII. Bd., p. 329.

[2] Heller, Beiträge zur Lehre vom Soor. Deutsch. Arch. für klin. Medizin, 1894, Nr. 55, p. 123. Referat: Zentralbl. für Bakt. u. Par., XVII, 723.

[3] Stumpf, zitiert nach Fischer und Brebeck, Untersuchungen über die Natur des Soorpilzes. Münchner medizin. Wochenschrift, 3. November 1885.

[4] Fischer und Brebeck, Zur Morphologie, Biologie und Systematik der Kahmpilze, der *Monilia candida* Hansen und des Soorerregers. Verlag von G. Fischer, Jena 1894.

[5] H. C. Plaut, Neue Beiträge zur systematischen Stellung des Soorpilzes in der Botanik. Leipzig, H. Voigt, 1887. Referat: Zentralbl. für Bakt. u. Par., I, p. 527.

[6] P. Grawitz, Bot. Zeitg., 1878, p. 410.

Auch fand Vallerio Galli[1] einen Soor, der sich in der Kultur und Virulenz vom gewöhnlichen verschieden verhält, und O. Heubner[2] beschreibt einen Fall von Sooraligemeinerkrankung, die von einem Soorpilz hervorgerufen worden war, der sich durch sein fast ausschließliches Konidienwachstum auszeichnete, so daß man eine besondere Art vermuten müsse.

Eines der Ziele meiner Arbeit war es nun, die Frage nach der Zahl der Soorerreger aufzuklären und ferner die Morphologie und Physiologie des Pilzes, die bisher vielfach lückenhaft war, einer eingehenden Untersuchung zu unterwerfen.

II. Wachstumsform.

Nach den Beschreibungen der Autoren wächst der Soor auf festen Nährmedien meist in hefeähnlichen, weißen, etwas erhöhten Kolonien von schmieriger Konsistenz, die sich meist aus hefeförmigen Zellen zusammensetzen. Roux und Linossier[3] beschrieben Soorkulturen von solchem Aussehen auf gekochten Karottenschnitten; Fischer und Brebeck[4] auf Bierwürzgelatine.

In flüssigen Medien beobachtete man meist mehr oder weniger deutliche Hyphenbildung. Der Behauptung, daß feste Nährmedien die Hefeform, flüssige die Hyphenform zur Folge hätten, sind Roux und Linossier mit Recht entgegengetreten, da nach ihren Erfahrungen auch auf festen Nährmedien Hyphen zu beobachten sind. Dieser makroskopischen Beschreibung der Soorkulturen kann ich mich jedoch nur bedingt anschließen, da man, wie ich gleich erwähne, nach meinen Untersuchungen zwei Varietäten unterscheiden muß. Dabei stehen beide Varietäten einander sehr nahe, da

[1] Vallerio Galli, Sur une variété d'oidium albicans Ch. Robin isolée des selles d'un enfant atteint de gastroentérite chronique. Archiv de Parasitolog., I, 1902, p. 572. Referat: Just's Bot. Jahresberichte, 30. Jahrg., 1902.

[2] Heubner O., Über einen Fall von Sooraligemeininfektion. Deutsche medizin. Wochenschrift, 29. Jahrg., Nr. 33, 1903.

[3] Roux et Linossier, Recherches morphologiques sur le champignon du muguet. Archives de médecine expérimentale, 1890, p. 25. Referat: Zentralbl. für Bakt. u. Par., XI, p. 733.

[4] L. c., p. 160.

sie bis zu einem gewissen Grade durch geeignete Kulturbedingungen sich einander näher bringen lassen. Die eine Varietät zeichnet sich durch eine größere Neigung zur Hyphenbildung aus und sei deswegen kurz Hyphensoor genannt, während die andere Varietät eine starke Tendenz zur Konidienbildung aufweist und daher als Konidiensoor bezeichnet werden soll. Auf den Konidiensoor passen nun vor allem die Beobachtungen, welche Roux und Linossier[1] in physiologischer Beziehung an dem Soorpilz gemacht haben. Ich hebe hier die von diesen beiden Forschern beobachtete Variabilität der Wuchsform hervor, wonach der Pilz der genannten Forscher bald ausschließlich in Konidien, also hefeartig, bald in Hyphen wachsen kann, je nachdem man diese oder jene Stoffe zur Ernährung verwendet. Im allgemeinen gilt nach ihnen das Gesetz, daß mit steigendem Molekulargewicht, besonders der Kohlehydrate, die Hyphenbildung zunehme. Die andere Soorvarietät zeigt diese gesetzmäßige Beeinflußbarkeit nicht. Schon Stumpf[2] unterschied in ähnlicher Weise den Soor in einen fadenbildenden und einen Sproßpilz. Spätere Autoren bestätigen jedoch eine solche Unterscheidung nicht. In neuerer Zeit nun haben Fischer und Brebeck[3] den Soor wieder in zwei Varietäten unterschieden, nämlich in einen Soorpilz, der größer ist und die Bierwürzgelatine verflüssigt, und in einen kleineren, »nicht verflüssigenden«. Außerdem beobachteten sie bei dem ersteren manchmal eine Mycelbildung mit schimmelpilzartiger Verästelung, während bei dem zweiten eine solche Wuchsform nie gesehen wurde.

Wie vorhin die makroskopische Beschreibung, so gilt auch die mikroskopische nicht für alle von mir untersuchten Soorstämme. Zwei nämlich, die als Hyphensoor[4] zusammengefaßt

---

[1] Roux et Linossier, Recherches biologiques sur le champignon du muguet. Archives de médecine expérimentale et d'anatomie pathologique, 1890, p. 30. Referat: Zentralbl. für Bakt. u. Par., XXII, p. 164.

[2] L. c., p. 160.

[3] L. c., p. 160.

[4] Der eine wurde von Kral als »verflüssigender Soorpilz Fischer-Brebeck« bezogen, der andere stammt aus dem deutschen Kinderspital in Prag.

werden, wachsen unter den gewöhnlichen gleichen Kulturbedingungen anders. Nur unter ganz besonderen Ernährungsverhältnissen zeigen sie ihre Zugehörigkeit zu dem gegenüberzustellenden Konidiensoor durch dieselbe Art des Wachstums an. Ich gebe nun im folgenden die genaue Beschreibung der Wuchsform des Soorpilzes im Anschluß an Rees,[1] der Soorschorfen in Kirschsaft kultivierte, und nach eigenen Beobachtungen: Der Pilz wächst in gegliederten Hyphen, welche farblos sind und an dem oberen Ende eines jeden Gliedes, seltener gegen die Mitte zu, hefeartige Zellen einzeln oder zu mehreren abschnüren, die ihrerseits wieder gleiche Gebilde erzeugen und so ganze Sproßverbände produzieren oder noch angeheftet zu neuen in derselben Weise Hefezellen (Konidien) tragenden Fäden auswachsen. Dadurch entsteht ein verzweigtes Mycelium. Indem sich nun um die Gliederenden auf die angegebene Weise reichlich Konidien anlagern, kommt eine sehr charakteristische Wachstumsform zu stande, die ich stockwerkartigen Aufbau nennen möchte (Fig. 7, Tafel I). Durch große Neigung zur Hyphenbildung wachsen jedoch die dann immer in geringer Zahl primär abgeschnürten Konidien gleich zu Gliederfäden aus oder es werden gar an Stelle der Konidien gleich Hyphenseitenzweige gebildet, die ein Hervorgehen aus einer Konidie nicht erkennen lassen. Auf diese Weise wird der Stockwerkbau verwischt und man erhält bei starkem oder völligem Verschwinden der Hefezellen ein Mycel, das mit einem gewöhnlichen Schimmelpilzmycelium verwechselt werden kann (Fig. 7, Tafel I, rechts). Diesen Typus, den Roux und Linossier[2] nie beobachtet hatten, zeigt fast stets der eben deswegen unterschiedene Hyphensoor. Die an den Gliederenden entsprossenen Konidien sind meist rund, jedoch auch in allen Übergängen bis zum langen Faden zu beobachten. Während nun die aus den primär gebildeten Konidien und die direkt entstandenen Hyphen fest am Mutterfaden haften, zerfallen die Konidiensproßverbände außer-

---

[1] Rees, Über den Soorpilz. Bot. Zeitg., 1878, p. 202. — Rees, Ist der Soorpilz mit dem Kahmpilz wirklich identisch? Bot. Zeitg., 1878, p. 218.

[2] L. c., p. 161.

ordentlich leicht, was wohl zum Zwecke der Verbreitung gedeutet werden muß. Von verschiedenen Autoren, jedoch nicht von allen, wurden mehr oder weniger häufig die von Kehrer[1] beschriebenen Dauersporen des Soors beobachtet (vergl. Fig. 8, 9, 10; Tafel I).

III. Dauersporen.

Die Dauersporen (Fig. 8 und 9. Tafel I) sind kugelige, mit körnigen Reservestoffen angefüllte Gebilde, die mit einer dicken, stark lichtbrechenden Membran umgeben sind. Sie bilden sich entweder an den Spitzen der Hyphen oder auch seitlich an denselben und sind ungefähr dreimal größer als die Konidien. Diese Dauersporen konnte ich jedoch nicht bei allen untersuchten Soorstämmen in gleicher Weise beobachten, sondern in hervorragendem Maße nur bei einem, den ich als verflüssigenden Soorpilz (Fischer und Brebeck) aus dem Kral'schen Institute in Prag bezogen hatte und den ich unter die Gruppe der Hyphensoore rechne. Auch bei einem Soor, der aus der Mundhöhle eines gesunden Menschen stammte, bildeten sich typische Dauersporen, jedoch in geringerer Menge und neben zahlreichen Konidien. Bei allen übrigen Stämmen trat die Dauersporenbildung fast ganz oder vollständig zurück und die Dauersporen, falls sie hie und da beobachtet wurden, waren dann oft auch nicht so typisch. Die Erscheinung, daß Dauersporen und reichlich Konidien an einem Faden gebildet werden, ist eine seltene. Meist sah ich entweder lauter Dauersporen an den Hyphen und keine Konidien oder umgekehrt. Auch bei den Sooren, im ganzen genommen, scheint es, als ob Konidien und Dauersporen einander ersetzten, indem gerade bei den Konidiensooren Dauersporen nur höchst vereinzelt gesehen wurden, während andererseits der Hyphensoor, der die Dauersporen nach Wunsch bildet, selten in Konidien wächst. Beide Formen, Dauersporen sowie Konidien, bezwecken die Erhaltung der Art, indem die einen mit ihrer Widerstandsfähigkeit, die andern durch ihre Vielheit wirken. Wenn nur eine Erhaltungsmethode angewendet wird, so könnte man das so erklären, daß

---

[1] Kehrer F. A., Der Soorpilz. Bot. Zentralbl., 1883, XIV, p. 48.

sich im Laufe der Zeit die eine oder die andere Erhaltungsart fixierte, und wir gelangen zu Formen mit reichlicher Konidienbildung ohne Dauersporen und zu solchen, die Dauersporen, aber selten Konidien erzeugen. Diese Formen scheinen tatsächlich in den beiden Varietäten: Hyphensoor und Konidiensoor realisiert zu sein. Indem wohl hier den einzelnen Autoren entweder der eine oder der andere Soor bei ihren Beobachtungen zu Grunde lag, mag es sich erklären, daß Dauersporen beobachtet wurden oder nicht. Da aber auch nicht unter allen Bedingungen diese charakteristischen Gebilde erzeugt werden, erklärt es sich auch, daß ich gerade an dem von Fischer und Brebeck beschriebenen Soor, der von Kral zu beziehen ist, Dauersporen nach Belieben hervorrufen kann, während die beiden Forscher sie nicht beobachten konnten.

Keimungsversuche, die von Roux und Linossier mit den Dauersporen angestellt wurden, führten zu keinem Resultate. Von anderen Autoren wurden solche Versuche nicht gemacht, weil ihnen wohl nicht genug Dauersporen zur Verfügung standen. Die von mir durchgeführten Versuche ergaben jedoch sehr günstige Resultate, die bei dem Soor, der diese Gebilde reichlich auf gewissen Medien zeigt, beschrieben werden.

IV. Herkunft der untersuchten Soore und Methoden.

Das Material zu meinen Untersuchungen verdanke ich zum allergrößten Teile Herrn Prof. Dr. Ganghofer, Leiter des deutschen Kinderspitales in Prag, dem ich gleich an dieser Stelle meinen Dank für sein Entgegenkommen ausspreche. Desgleichen fühle ich mich Herrn Hofrat Prof. Dr. Chiari für die Überlassung eines Soorstammes aus dem menschlichen Ösophagus[1] und für die Benützung der Bibliothek zu großem Danke verpflichtet.

Die Soorschorfen, die ich fast zu jeder Zeit aus dem Kinderspitale abholen konnte, wurden gewöhnlich dort nach ihrer Entnahme von den Schleimhäuten in reines Zuckerwasser

[1] Dieser Soor aus dem Ösophagus ist ein Konidiensoor und zeigt besonders schön die Beeinflußbarkeit durch äußere Faktoren.

gegeben und so nicht allzulange aufbewahrt. Zur Herstellung von Plattenkulturen wurden Teile der Soorschorfen in einer Eprouvette mit flüssiger Bierwürzgelatine (natürlicher saurer Reaktion) kräftig geschüttelt, in andere Eprouvetten überimpft und diese auf Petrischalen aufgegossen. Dadurch wurden meist Plattenkulturen gewonnen, die, wenn nicht Schimmelpilze anwesend waren, Soorreinkulturen darstellten. Die auslesende Wirkung der sauren Bierwürzgelatine, besonders gegenüber den Bakterien, kommt also bei der Isolierung des Soorpilzes sehr zu statten, so daß bei Anwendung aller bakteriologischen Vorsichtsmaßregeln eine Reinkultur leicht einwandfrei gewonnen wird. Alle Kulturen boten freilich nicht denselben Reinheitsgrad nach der ersten Aussaat dar. Dem Einwande, warum die Soorschorfen nicht direkt aus dem Munde mit sterilisierter Nadel entnommen wurden, möchte ich entgegenhalten, daß dieses Verfahren eigentlich keine Gewähr einer geringen Verunreinigung bietet, da ja ein mit Soor infizierter Säuglingsmund ohnehin Keime verschiedener Art in Unmenge enthält, also eine weitere Verunreinigung in bakteriologischem Sinne durch reines Zuckerwasser nicht gut möglich ist.

Um ein Nährmedium zu erhalten, das wenigstens annähernd immer gleichmäßig hergestellt werden kann, benutzte ich Molisch's Pilznährlösung,[1] zu der Agar (womöglich gewässert) oder Gelatine in geeigneter Menge zugesetzt wurde (Agar 1%, Gelatine 10%). Als Stickstoffquelle benutzte ich jedoch 1% Pepton. Als weitere Kohlenstoffquelle wurde meist 3% Rohrzucker verwendet, jedoch auch häufig weggelassen. Da das genannte Nährmedium, wie sich erwies, diesen Organismus in stets charakteristischer Form und daher wohl auch in natürlicher Wuchsform erscheinen ließ und dasselbe von jedermann mit annähernd gleichen Nährstoffverhältnissen hergestellt werden kann, was von den Fleischextrakten nicht gilt, so dürfte es auch für spätere Sooruntersuchungen geeignet sein. Besonders gut ist das Agar, da es erstens die

---

[1] 500 *g* Wasser, 0·25 *g* $MgSO_4$, 0·25 *g* KH_2PO_4, Spur $FeSO_4$ (auch K_2HPO_4 wurde verwendet). Die C- und N-Quellen verändert! — H. Molisch, Die mineralische Nahrung der niederen Pilze. Diese Sitzungsberichte, Bd. CIII, Abt. I, Oktober 1894.

physiologisch interessante Stichkultur des Soorpilzes am besten zeigt und zweitens leicht aus der Eprouvette durch schnelles Erhitzen der Glaswände als gallertiger Zylinder entfernt werden kann, der sich dann zu Stichkulturquerschnitten sehr gut benützen läßt. Die mikroskopischen Bilder, die ohne jede Härtung auf diese Weise leicht und schnell gewonnnen werden, zeigen den Pilz unberührt in seiner Wuchsform. Im übrigen wurden die üblichen Nährsubstrate und -lösungen sowie die bekannten Methoden zur Untersuchung verwendet. Die Reagenzien wurden von Merck aus Darmstadt bezogen.

V. Einfluß äußerer Faktoren auf den Soor.

Bevor ich an die Beschreibung der Soorarten gehe, möchte ich erst über einige physiologisch interessante Einflüsse äußerer Faktoren auf die Wuchsform des Soorpilzes berichten. Es sind dies Beobachtungen, die sich bestätigend und ergänzend an diejenige von Roux und Linossier[1] anschließen sollen. Es muß jedoch gesagt werden, daß die Beschreibungen dieser Einflüsse nur für den Konidiensoor ihre volle Geltung haben. Wo der andere Soor dieselben Erscheinungen zeigt oder nicht, wird in dem betreffenden Kapitel stets gesagt werden.

a) Einfluß der Nährstoffe.

Es ist schon eingangs auf die auch von mir beobachtete Beeinflußbarkeit des Soors in seiner Wuchsform hingewiesen worden, die besonders Roux und Linossier zum Gegenstande ihrer Studien machten. Nach dem von ihnen aufgestellten Gesetze, daß die Komplikation der Wuchsform beim Soor mit dem Molekulargewichte der Nährstoffe wächst, mit anderen Worten: daß der Soor bei hochmolekularen Nährstoffen mehr zur Hyphenbildung neigt, erklärten sie das verschiedene Aussehen dieses Organismus in den gebräuchlichsten Nährmedien, wo man bald Hyphen, bald Konidien beobachtet. Das meist stets zu bemerkende Konidienwachstum auf festen Substraten deuteten sie in folgender Weise: Die auf dem festen

---

[1] L. c., p. 162.

Nährboden aufgelagerten Zellen erhalten nur durch Diffusion ihre Nahrung. Da nun nur die wenig komplizierten Stoffe diffundieren können, so werden diese Zellen auch nur von Stoffen mit geringerem Molekulargewicht ernährt und müssen daher, dem Gesetze folgend, in der Konidienform wachsen. Nur die Zellen, die in direkter Berührung mit dem Substrate stehen, können Fäden bilden. Um die Richtigkeit des erwähnten Gesetzes nachzuprüfen, wurden zwei Reihen von Bouillonkulturen hergestellt. Die erste Reihe enthielt Molisch's Pilznährlösung mit $(NH_4)_2SO_4$ als Stickstoffquelle, während als Kohlenstoffquellen vier Monosen, drei Biosen und zwei Polyosen folgten. Die zweite Reihe unterschied sich von der ersten nur durch die Stickstoffquelle. Hier wurde Pepton gewählt (siehe beistehende Tabelle). Der Versuch ergab nun, daß diese verschiedenen Zuckerarten nur auf den Konidiensoor, nicht aber auf den Hyphensoor einen formenbildenden Einfluß ausübten. Bei letzeren sah man nur stärkeres oder schwächeres Wachstum, wobei sich bei schlechten Verhältnissen im allgemeinen die Konidien anreicherten. $(NH_4)_2SO_4$ schien für diesen Soor nicht vorteilhaft zu sein. Der andere Soor zeigte, wenn ich von einer Monose, der Galaktose, absehe, das von Roux und Linossier aufgestellte Gesetz sehr schön. Aus der beigefügten Tabelle ersieht man bei den Monosen ein starkes Übergewicht der Konidien, das in den Kulturen schon makroskopisch zu erkennen war, indem man beim Schütteln eine feine Verteilung der Pilzmasse erzielte. Die gebildeten Hyphenflocken erreichten nur eine sehr geringe Größe: $^1/_{10}$ *mm* schätzungsweise. Die Eprouvetten mit den Biosen ließen viel größere Hyphenflocken (2 bis 3 *mm*) erkennen und in den Polyosen war das Hyphenwachstum ausschließlich. In einzelnen Fällen kam es sogar zur Entwicklung von Kahmhäuten (siehe Tabelle). In den Kulturen mit Pepton sah man ein allgemein besseres Wachstum. Das abweichende Verhalten der Galaktose zeigte sich weniger deutlich in den Kulturen mit anorganischer Stickstoffquelle. Es bestand in den Peptonnährlösungen in einer Hyphenbildung, welche an die der Biosenkulturen heranreichte und sie auch noch übertraf. Nach diesem Ergebnis möchte ich daher betonen, daß man wohl richtig geht, wenn man von vornherein

Tabelle, betreffend die Abhängigkeit der Wachstumsart vom Molekulargewichte, besonders der Zuckerarten.

Zuckerart	Molisch's Pilznährlösung			
	1/4% $(NH_4)_2SO_4$		1/4% Pepton	
	Konidiensoor	Hyphensoor[1]	Konidiensoor	Hyphensoor
Glukose	Bis 1/10 *mm* große Flöckchen (vorherrschend Konidiensprossung)	1 bis 2 *mm* große sphäritähnliche Hyphenkugeln	1/10 *mm* große Hyphenflöckchen und herrschende Konidiensprossung	2 bis 3 *mm* große sphäritartige Hyphenkugeln
Lävulose	Bis 1/10 *mm* große Flöckchen (vorherrschend Konidiensprossung)	1/2 *mm* große Hyphenflöckchen	1/10 *mm* große Hyphenflöckchen und herrschende Konidiensprossung	2 bis 3 *mm* große sphäritartige Hyphenkugeln
Fruktose	Bis 1/10 *mm* große Flöckchen (vorherrschend Konidiensprossung)	1 bis 2 *mm* große sphäritähnliche Hyphenkugeln	1/10 *mm* große Hyphenflöckchen und herrschende Konidiensprossung	1 *mm* große sphäritartige Hyphenkugeln
Galaktose	Bis 5/10 *mm* große Flöckchen (vorherrschend Konidiensprossung)	1 bis 2 *mm* große sphäritähnliche Hyphenkugeln	Schleierförmige, wolkige Hyphenflocken	3 *mm* große sphäritartige Hyphenkugeln
Maltose	2 *mm* große Hyphenflocken	1 bis 2 *mm* große sphäritähnliche Hyphenkugeln	1 *mm* große Hyphenflöckchen	3 bis 4 *mm* große sphäritartige Hyphenkugeln
Laktose	2 *mm* große Hyphenflocken, jedoch schlecht gewachsen	1 bis 2 *mm* große sphäritähnliche Hyphenkugeln	Wolkige, schleierförmige Hyphenflocken	5 *mm* große sphäritartige Hyphenkugeln
Saccharose	3 bis 4 *mm* große Hyphenflocken	1 bis 2 *mm* große sphäritähnliche Hyphenkugeln	Wolkige, schleierförmige Hyphenflocken	2 bis 3 *mm* große sphäritartige Hyphenkugeln

[1] Zeigt bei dieser Stickstoffquelle in allen Zuckern schlechte Entwicklung.

Zuckerart	Molisch's Pilznährlösung			
	$^1/_4$ % $(NH_4)_2SO_4$		$^1/_4$ % Pepton	
	Konidiensoor	Hyphensoor	Konidiensoor	Hyphensoor
Dextrin	3 bis 4 *mm* große Hyphenflocken	1 bis 2 *mm* große sphäritähnliche Hyphenkugeln	Dichte, getrennte, 2 *mm* große Hyphenflocken	Schlecht entwickelt
Glykogen	Wolkige Hyphenflocken	2 bis 3 *mm* große Hyphenkugeln	Kahmhaut. Große Hyphenflocken	7 *mm* große, sphäritartige Hyphenkugeln

dieses Gesetz nur innerhalb eines gewissen Rahmens gelten läßt. Die Wirkung der verwendeten Monosen (Galaktose ausgenommen) ist zudem so stark, daß schon früher vorhandene hyphenbildende Bedingungen durch ihren Zusatz aufgehoben werden. Bringt man nämlich in Molisch's Nährlösung mit Pepton als Stickstoff- und Kohlenstoffquelle, in welcher der Konidiensoor sonst in Hyphen wächst, Traubenzucker, so wächst er in Konidien. Eine Beobachtung von Roux und Linossier schlägt wohl auch hier herein, nämlich die, daß der Soor in Bierwürze erst in Konidien und dann, wenn nach Ansicht dieser Autoren aller Zucker verbraucht ist, in Hyphen wächst, indem jetzt das Dextrin zur Nahrung dient. Solange also Zucker (Maltose) da ist, wird das Hyphenwachstum gehemmt, auch wenn alle Bedingungen dazu gegeben sind. Auffällig ist hier nur, daß die Maltose, die doch nach den vorigen Versuchen schon zu den hyphenbildenden Zuckern gehört, hier die verkehrte Funktion haben soll. In meinen Versuchen über die Gärungsfähigkeit des Soors, wo ich 10% einer Zuckerart in Molisch's Pilznährlösung + Pepton verwendete, bemerkte ich aber bei der Maltose eine ausschließliche Konidienentwicklung, während die anderen Biosen, Milchzucker und Rohrzucker, Hyphenbildung aufwiesen. Ich muß also bei der Maltose eine hyphenhemmende Wirkung annehmen, die erst mit steigender Konzentration deutlicher sich zu erkennen gibt, was eigentlich mit dem genannten Gesetze

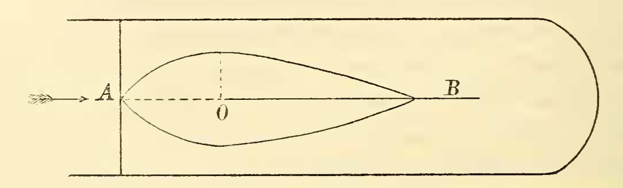
auch nicht ganz in Einklang zu bringen ist. Gleichzeitig wird Maltose wie die Monosen vergoren, die anderen zwei Biosen jedoch nicht. Daher kann eine Annäherung der Maltose an die Monosen in physiologischer Beziehung festgestellt werden, ein Verhältnis, das ein Analogon auch in dem chemischen Verhalten der Maltose findet, die noch ganz die Reaktion der Monosen zeigt und bei der Hydrolyse zwei Moleküle *d*-Glukose liefert. Das verschiedene Verhalten des Milchzuckers, der auch noch die Reaktionen der Monosen gibt, könnte dann darauf zurückzuführen sein, daß dieser Zucker neben *d*-Glukose auch die bezüglich Hyphenbildung eigenartig wirkende Galaktose im Molekül enthält, was sich bei der Hydrolyse dieses Zuckers zeigt. Saccharose verhält sich chemisch ganz anders als die Monosen und die ihnen näherstehenden zwei genannten Biosen, woraus wohl auch ihre physiologische, besonders von der Maltose verschiedene Wirkung hervorgeht.

Roux und Linossier zeigten ferner, daß Toxika, Nitrate, Alkalien und Säuren in größeren Mengen, wodurch letztere eben zu Toxika werden, das Hyphenwachstum fördern. Die Wirkung der Säuren kann ich dadurch bestätigen, daß ich in Agarstichkulturen der gewöhnlichen Nährlösung mit weinsaurem Ammonium als Stickstoffnahrung einen Nagelkopf des Stiches erhielt, der fast ganz aus Hyphen bestand und eine reichgefaltete Haut bildete. Sonst ist der Nagelkopf des Konidiensoors stets schmierig und aus Hefezellen gebildet. Ein Versuch mit Essigsäure ergab dasselbe Resultat: Eine Nährlösung mit Pepton und Traubenzucker zeigte fast nur Konidien, während ein Hinzufügen von Essigsäure zur Hyphenbildung anregt, also trotz des anwesenden Traubenzuckers, der hemmend wirkt.

b) Einfluß des Sauerstoffes.

Die Versuche von Roux und Linossier in dieser Richtung hatten ergeben, daß der Soorpilz streng aerob ist. Nach ihnen wächst derselbe in Bouillonkulturen bei Zutritt freien Sauerstoffes besser als bei Luftzutritt. Sauerstoffmangel wirkt fadenbildend wie die Toxika, während reiner Sauerstoff Konidien-

bildung hervorruft. Im Vakuum findet keine Entwicklung statt. Die beiden Autoren verweisen selbst darauf, daß in dieser Beziehung noch weitere Versuche nötig sind, um die vorhandene Wirkung zu präzisieren. Ich glaube nun, durch meine Kulturen in dem erwähnten Agar die Art und Weise des Sauerstoffeinflusses genau beurteilen zu können. Die Stichkulturen in diesem Medium sind nämlich äußerst charakteristisch, besonders bei dem Konidiensoor, während der Hyphensoor diese Erscheinung meist undeutlicher zu erkennen gibt. Wenn wir die Photographie (Fig. 12, Taf. II) betrachten, so sehen wir einen Stichkanal, von dem in radiärer Richtung, Wurzelhaaren vergleichbar, Hyphen in das Agar hineinwachsen. Die Länge dieser nach oben zu immer reichlicher Konidien abschnürenden Hyphen ist jedoch keine gleichmäßige, sondern sie nimmt von Null unter dem Nagelkopf, der selbst aus lauter Konidien besteht, schnell zu bis zu einem Maximum der Länge, um dann langsamer gegen die Tiefe des Stiches abzunehmen, so daß wir, die Hyphenenden mit einer Linie verbindend, zu einer erst steil ansteigenden, dann sanft fallenden Kurve gelangen, aus der uns offenbar eine hier wohl ausschließliche Wirkung des Sauerstoffes anspricht (vergl. folgende Zeichnung).



AB = Richtung der Sauerstoffabnahme.
Bei O optimale Sauerstoffabsorption und größte Hyphenlänge (Ordinate).

Die Länge der Zelle ist also von dem Grade der jeweiligen Sauerstoffspannung im Agar abhängig. Die größte Länge der Zellen wird bei einer Sauerstoffspannung erreicht, die unterhalb jener der Luft liegt (Optimum). Bei der Sauerstoffspannung der Luft ist die Länge am geringsten, d. h. sie ist gleich dem Querschnitte der Zelle, woraus eine Konidie resultiert (Maximum). Ebenso ist es gegen das untere Ende des Stichkanales hin, wo eine zu geringe

Sauerstoffspannung (Minimum) herrscht. Betrachten wir ferner den oberen Teil des Stiches (Fig. 11 und 12, Tafel II) genauer, so finden wir, daß knapp unter dem Nagelkopf am Ende der ganz kurzen Hyphen sich zahlreich Konidien abschnüren, in beiden Photographien leicht kenntlich, da Stellen des Stiches ohne Konidienabschnürung schleierhaft erscheinen. Diese Konidien nun stehen doch (Roux und Linossier) in innigster Berührung mit den hochmolekularen Nährstoffen des Agars und wachsen dennoch nicht in Hyphen aus. Das erklärt sich wohl nur daraus, daß die betreffenden Konidien sich für dieses Medium schon zu nahe dem Sauerstoffe der Luft befinden, dieser also eine große Wirkung auf die Längenverhältnisse der Soorzelle ausübt. Daß es sich bei der beschriebenen Erscheinung nicht etwa um ein Eintrocknen des Agars von obenher handelt und so dem Längenwachstum aus Wassermangel und mechanischen Gründen durch Verfestigung des Agars ein größerer Widerstand entgegengesetzt wird, während nur weiter unten sich wirklich Sauerstoffmangel geltend machen könnte, beweist wohl mit Sicherheit der Kontrollversuch im dunstgesättigten Raume, der dieselben Stichformen lieferte. Auch die Annahme, daß z. B. im Agar (wie im Meerwasser) eine Sauerstoffanreicherung stattfindet, ist mit der gegebenen Erklärung in Einklang zu bringen, da von oben nach unten die Sauerstoffspannung auf jeden Fall abnehmen muß, denn ein Austausch der verschiedenen Absorptionsschichten kann im Agar nicht stattfinden. Nur die relative Lage des Optimums würde durch diese Annahme eine Verschiebung erleiden.

Ferner ist das Absorptionsvermögen nicht für alle Substrate das gleiche. Daher wird man auch nicht in allen Medien dieses charakteristische Bild bekommen und man hält sich wohl deswegen am besten an die genaue Zusammensetzung des angegebenen Agars. Verschiedene Konzentrationen dürften von Einfluß sein. Gelatine, die wohl ein geringeres Absorptionsvermögen hat, zeigt das Optimum ganz gegen die Oberfläche verschoben (vergl. Fig. 6, Tafel I). Nun erklärt es sich wohl auch unter Beibehaltung der von Roux und Linossier gegebenen Erklärung bei weitem besser, warum submerse Kulturen des Konidiensoors (Fig. 2 und 3,

Tafel I) (besonders in Bierwürzgelatine) infolge Hyphenbildung die charakteristischen Sterne zeigen, die aus lauter Stockwerkstrahlen aufgebaut sind, während die oberflächlichen sich nur als Konidienhäufchen repräsentieren (Fig. 1, Tafel I): Die submersen leben einfach in der geeigneten Sauerstoffspannung, die oberflächlichen nicht, daher ihre Verschiedenheit. Der Hyphensoor, der nicht so beeinflußbar ist, zeigt auch in den Oberflächenkolonien Hyphenwachstum (Fig. 5, Tafel I). Auf dieselbe Weise kann man auch die Beobachtung Roux's und Linossier's deuten, daß der Soor in flüssigen Medien schlechter wächst als auf festen. Denn durch Untersinken auf den Grund des Gefäßes kommt der Pilz in die Zone des Sauerstoffminimums, da der Austausch der Flüssigkeitsschichten nicht so schnell erfolgen kann. In einer Sauerstoffatmosphäre absorbiert die Flüssigkeit viel mehr Sauerstoff, daher wird vielleicht das Optimum erreicht und der Pilz gedeiht besser als in der Luft. Ich erhielt jedoch auch in Flüssigkeiten ein gutes Wachstum, habe aber keine vergleichenden Versuche vorgenommen.

Die Soorhyphe reagiert aber nicht bloß durch stärkeres oder schwächeres Längenwachstum auf den Sauerstoff, sondern auch durch Wachstumsbewegungen, indem sie tatsächlich Aërotropismus zeigt. Diese bekanntlich von Molisch[1] zuerst an Wurzeln, dann an Pollenschläuchen entdeckte Bewegung wurde später auch bei Pilzen, so von Winogradsky[2] bei Schwefelbakterienfäden und von L. Čelakovsky[3] bei *Dictyuchus monosporus* beobachtet. Bei meinen Versuchen konnte ich nun auch

---

[1] H. Molisch, Über die Ablenkung der Wurzeln von ihrer normalen Wachstumsrichtung durch Gase (Aërotropismus). Diese Sitzungsberichte, Bd. XC, Abt. I, Jahrg. 1884. — H. Molisch, Zur Physiologie des Pollens mit besonderer Rücksicht auf die chemotropischen Bewegungen der Pollenschläuche. Diese Sitzungsberichte, Bd. CII, Abt. I, Juli 1893.

[2] Winogradsky, Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Bakterien. Heft 1, p. 37. Leipzig 1888. Verlag A. Felix.

[3] L. Čelakovsky junior, Über den Aërotropismus von *Dictyuchus monosporus*. Prag 1897. Die Art und Weise, wie Čelakovsky zitiert (p. 8, Fußnote 13), könnte den Anschein erwecken, als ob Miyoshi den negativen

Aërotropismus beim Soorpilz konstatieren, und zwar nach derselben Methode, wie dies Molisch[1] für die Pollenschläuche angegeben hat. Diese Eigenschaft ist wohl auch für den Soor von besonderer biologischer Wichtigkeit, indem das Wegwachsen vom Sauerstoff der Luft ebenfalls mit einen Faktor darstellt, der neben chemotropischen Reizen die Hyphe zum Eindringen in die Epithelien veranlaßt.

Bringt man nämlich Soorkonidien oder Dauersporen auf einen Objektträger in ein geeignetes Nährmedium (am besten Speichel mit wenig Saccharose) unter Deckglas bei einer Temperatur von 37° C., so keimen sämtliche am Rande und etwas gegen die Mitte zu liegenden Konidien zu Hyphenfäden aus, die senkrecht vom Deckenglasrande in das Innere wachsen und, wenn sie zu weit hineingelangt sind, umbiegen, um nun eine kleine Strecke wieder gegen den Rand zu wachsen. Konidien dagegen, die zu weit im Inneren liegen, keimen gleich von vornherein gegen den Deckglasrand. Die in der Mitte gelegenen Konidien keimen wie Pollenkörner[1] wegen Sauerstoffmangels nicht.

Auf diese Weise erhält man ein ähnliches Bild (Fig. 13, Taf. II), wie es Molisch[1] mit Pollenkörnern in Zuckergelatine erhielt, und man muß analog schließen, daß hier ein Aërotropismus der Soorzellen vorliegt. Die Soorhyphen verhalten sich danach der atmosphärischen Sauerstoffspannung gegenüber wie Pollenschläuche: sie weichen der gewöhnlichen Sauerstoffspannung der Luft aus und sind daher mit Bezug auf diese negativ aërotrop (Fig. 13, Taf. II). Doch sie können auch, falls sie einer zu niedrigen Spannung ausgesetzt werden, positiv aërotrop werden (Fig. 14, Taf. II).

Es gibt somit ein Optimum der Sauerstoffspannung, zu dem die Soorhyphe stets hinwächst. Um

---

Aërotropismus der Pollenschläuche entdeckt hätte. Die Priorität gebührt jedoch zweifellos Molisch. Vergl. darüber: Miyoshi, Über Reizbewegungen der Pollenschläuche. Flora oder Allg. bot. Zeitg., 1894, Heft 1, 2. Absatz der Abhandlung. — Miyoshi, Über Chemotropismus der Pilze. Bot. Zeitg., 1894, Heft 1.

[1] H. Molisch, Zur Physiologie des Pollens, mit besonderer Rücksicht auf die chemotropischen Bewegungen der Pollenschläuche. Diese Sitzungsberichte, Bd. CII, Abt. I, Juli 1893, Fig. 1 und 2.

Konzentrationsverschiedenheiten kann es sich bei diesem Versuch nicht gut handeln, da er auch im dunstgesättigten Raume gelingt, wo ein Abdunsten vom Rande des Deckglases nicht möglich ist.

Um die beschriebene Erscheinung sicher zu bekommen, verfährt man am besten so: Einige Kubikzentimeter Speichel werden mit einem kleinen Körnchen Rohrzucker kurze Zeit versetzt, so daß sich ein jedoch möglichst geringer Teil des Zuckers löst. In diesen wenig Zucker enthaltenden Speichel bringt man nun von einer frischen Bierwürzkultur Konidien, die möglichst rein von Gelatine sind, und verrührt sie so gut als möglich mit dem Speichel. Dann bringt man einen ganz kleinen Tropfen davon auf einen Objektträger, so daß das Deckglas beim Bedecken von keinem Flüssigkeitssaum umgeben wird.

Die so angefertigten Präparate gibt man in eine überall mit Filtrierpapier ausgekleidete und mit Wasser abgesperrte, feuchte Kammer, die man in einem Warmkasten bei 37° C. ungefähr 12 Stunden stehen läßt. Nach dieser Zeit ist die Keimung sicher eingetreten und bietet das vorhin beschriebene Bild dar.[1] Die beiden Figuren (13 und 14, Taf. II) zeigen aërotropisch reagierende Soorhyphen bei starker Vergrößerung, wobei der Deckglasrand als unscharfer, schwarzer, dicker Strich am unteren Teile der Kreisfläche erscheint, und zwar zeigt Fig. 13 negativen, Fig. 14 positiven Aërotropismus.

Wie man sieht, wachsen in der letzteren Figur sämtliche Hyphen, welche verhältnismäßig (vergl. die andere Figur!) wenig weit vom Deckglasrand entfernt liegen, zu diesem, also zum Sauerstoff hin. Ein solches fast ausschließlich positiv aërotropisches Auskeimen wurde nun stets dann gesehen, wenn der Deckglasrand von einem deutlichen Flüssigkeitssaum umgeben war, den man durch einen etwas größeren Speicheltropfen leicht erzielt. Dieser Saum genügt, um die optimale Sauerstoffabsorptionszone so weit nach außen zu verschieben, daß das gewöhnliche Bild plötzlich verkehrt erscheint, was

[1] Man achte auf möglichste Dünnsaat der Konidien, da bei der außerordentlichen Empfindlichkeit des Pilzes die durch die gegenseitige Konkurrenz bedingten Verhältnisse leicht auch andere Wachstumsrichtungen hervorrufen können.

auf ein sehr feines Unterscheidungsvermögen des Pilzes dem Sauerstoff gegenüber hindeutet.

c) Lichteinfluß.

Um zu untersuchen, ob auch das Licht von Einfluß auf die Wachstumsart des Soors sei, wurden Plattenkulturen mit saurer Bierwürzgelatine mit schwarzem Papier zur Hälfte verdunkelt und so an einem Nordfenster dem diffusen Sonnenlicht ausgesetzt. Dem Lichte war die Unterseite der Petrischale zugekehrt, wobei die vom schwarzen Papier verdunkelte Schalenhälfte noch durch einen blanken Spiegel vollständig bedeckt war. Dies geschah deswegen, um dem Einwande zu begegnen, es könne hier das schwarze Papier durch fortwährende und stärkere Absorption des Lichtes die verdunkelte Seite gleichsam wie ein Ofen auch stärker erwärmen, so daß das im Dunkeln festgestellte stärkere oder ausschließliche Hyphenwachstum nicht der Abwesenheit des Lichtes, sondern der Wärme zugeschrieben werden müsse, zumal diese in demselben Sinne wirkt.[1]

Um nun ferner bei diesem Versuch die so wie so in Hefeform wachsenden Oberflächenkolonien auszuschalten, war die Aussaat nach der Erstarrung noch mit ungeimpfter

---

[1] Ein Ausschalten der Wärmestrahlen aus dem diffusen Lichte durch Wasserschichten oder Alaunplatten entkräftet meiner Ansicht nach nicht den genannten Einwand. Denn das nun kalte Licht würde ja auch von dem schwarzen Papier stärker absorbiert werden, d. h. in Wärme umgewandelt werden, und damit wäre noch immer ein Temperaturunterschied zwischen verdunkelter und belichteter Hälfte gegeben und man müßte trotz Lichtfilter einen Spiegel verwenden. Bei Anwendung eines Spiegels aber ist wohl von vornherein auch ohne Ausschaltung der Wärmestrahlen das Temperaturverhältnis der verdunkelten und belichteten Seite derart, daß, wenn schon ein Unterschied besteht, die durch die Rückstrahlung des Spiegels mehr gegen Wärme und Licht geschützte verdunkelte Schalenhälfte sicher kälter ist als die belichtete Hälfte, welche von der Bierwürzgelatine braun gefärbt ist und daher vermutlich stärker absorbiert. Also kann auf der kälteren Hälfte unter dem Spiegel das starke Hyphenwachstum nicht durch Wärme hervorgebracht werden, sondern es kann seine Ursache nur in der Abwesenheit des Lichtes liegen. Auch ist schließlich zu vermuten, daß diese wohl ganz geringen Temperaturunterschiede kaum einen merklichen Einfluß ausüben würden.

Gelatine übergossen worden, so daß nun alle Kolonien ziemlich dieselben Sauerstoffverhältnisse hatten.

Nach 4 bis 5 Tagen ergaben diese Kulturen ein Bild, das kaum deutlicher einen Einfluß des Lichtes auf das Längenwachstum beweisen konnte. Die verdunkelte Hälfte der Platte zeigte Kolonien, die sämtlich mit einem schönen radiären Hyphenkranze (Stockwerke!) umgeben waren, während die belichtete Hälfte nur in Konidien wuchs. Dabei waren beide Hälften scharf voneinander getrennt. Bei ungünstigen Lichtverhältnissen, wie im Winter, erhält man jedoch nicht einen so ausgesprochenen Gegensatz, sondern nur einen Unterschied in dem Längenwachstum der Hyphen, weil das schwächere und kurzwährende Tageslicht nicht im stande zu sein scheint, die Hyphenbildung auf der Belichtungsseite hintanzuhalten. Doch kann man auch hier im Lichte eine reichlichere Konidienbildung bemerken.

Leider mußte dieser Lichtversuch, da im Sommer versäumt worden war, ihn zu photographieren, im Winter unter, wie erwähnt, weit ungünstigeren Verhältnissen wiederholt werden, so daß in dem beigegebenen Bilde (Fig. 15, Taf. II) nur ein Größenunterschied zwischen den im Lichte gewachsenen Kolonien rechts *(b)* und den verdunkelten links *(a)* zu sehen ist. Auch gibt die Photographie die Konidienanreicherung bei den belichteten Kolonien nicht wieder. Eine andere Schwierigkeit für das gute Gelingen dieses Versuches ergab sich weiter aus der ziemlich verschiedenen Fähigkeit der einzelnen Konidiensoorstämme zum Hyphenwachstum. Er gelang am besten mit solchen Stämmen, die eine mittlere Neigung zu fädigem Wachstum zeigten, dagegen weniger gut oder gar nicht mit den ausgesprochensten Konidiensooren. Bei den Stämmen, die dem Hyphensoor näher stehen, sowie bei diesem selbst kann man stets nur einen Größenunterschied der Hyphenkolonien wahrnehmen.

Ebenso wie sich die verschiedenen Soorstämme in der Fähigkeit, Hyphen zu bilden, unterschieden, zeigten auch die einzelnen Konidien ein und desselben Stammes hie und da eine Variation in dieser Richtung. Und so kam es, daß man oft auch auf der belichteten Schalenhälfte Hyphenkolonien unter

den herrschenden Konidienkolonien bemerkte, meist nur vereinzelt, doch auch manchmal in größerer Zahl. Auf diese verschiedene individuelle Fähigkeit der Konidien zur Fadenbildung machen schon Roux und Linossier aufmerksam.

Auch scheinen mir Konidiensoorstämme, die lange in hyphengünstigen Nährmedien gezogen wurden, reicher an solchen weniger beeinflußbaren Konidien zu sein, wodurch ein solcher Lichtversuch undeutlich ausfällt. Experimente in dieser Hinsicht wären jedoch noch anzustellen. Hervorgehoben sei weiters, daß sich nicht alle Nährmedien gleich gut zu diesen Versuchen eignen. Bierwürzgelatine ist hier am besten.

Aus diesen Versuchen mit einseitiger Belichtung der Plattenkulturen ergibt sich also, daß beim Soorpilz schon diffuses Tageslicht bei längerer Einwirkung eine Hemmung der Hyphenbildung hervorruft, wobei aber die Größe der Hemmung von der Neigung des Pilzes zum Hyphenwachstum abhängt.

Ähnliche Einflüsse des Lichtes auf andere Pilze sind eine bekannte Tatsache und es läßt sich diese spezielle Erscheinung am Soor mit ihnen in Einklang bringen. Erwähnenswert dürfte hier die Beobachtung von Elfving[1] an *Eurotium herbariorum* sein, dessen Konidien nach einer gewissen mittleren Intensität des Sonnenlichtes dauernd Hefeformen entwickelten.

Im allgemeinen wird bei vielen Fadenpilzen das Längenwachstum durch Beleuchtung verzögert, z. B. bei den Fruchtträgern von *Phycomyces niteus.*[2] Der Soor gehorcht demselben Gesetz, indem auch hier eine Verkürzung der Länge eintritt; unter günstigen Verhältnissen bis zur Konidie.

Neben dieser speziellen Wirkung des Lichtes auf das Längenwachstum beobachtet man auch eine allgemeine Hemmung des Wachstums: Kulturen vom Konidiensoor, die ich dem direkten Sonnenlicht längere Zeit ausgesetzt hatte, gingen

---

[1] Elfving, zitiert nach Lafar, Handbuch der techn. Mykologie, 5. Lieferung, p. 545, § 98, Einfluß des Lichtes. — Elfving, Studien über die Einwirkung des Lichtes auf die Pilze (Helsingfors, Zentraldruckerei, 1890).

[2] Vines, Arbeit des bot. Inst. zu Würzburg, 1878, Bd. 2, p. 137 (zitiert nach Lafar). Über den Einfluß des Lichtes auf Pilze vergl. auch Lafar, Techn. Mykologie, 5. Lieferung, § 98, p. 454.

zu Grunde. Eine Wirkung des Lichtes auf die Dauersporenbildung konnte ich nicht feststellen.

d) Einfluß der Temperatur.

Es war zu erwarten und ist auch schon von den einzelnen Autoren hervorgehoben worden, daß die Temperatur neben ihrem Einfluß auf das Wachstum überhaupt auch die Hyphenbildung beeinflussen werde. Jedoch zeigt sich ein solcher Einfluß der Temperatur innerhalb der in Betracht kommenden Grenzen nur beim Konidien-, nicht beim Hyphensoor. Die untere Temperaturgrenze der Hyphenbildung liegt, wenn man vom Einfluß der anderen hyphenbildenden Faktoren absehen darf, ungefähr um 20° C. herum, wozu aber bemerkt sei, daß sich die einzelnen von mir gezogenen Konidiensoorstämme sehr verschieden um dieses Minimum gruppieren, was mit dem beobachteten allmählichen Übergange des Konidiensoors in den Hyphensoor im Zusammenhange steht.

Zum Schlusse dieses Kapitels sei darauf aufmerksam gemacht, daß die äußeren natürlichen Faktoren zusammenwirken müssen und daß das jeweilige Formergebnis des Pilzes gewissermaßen eine Resultierende dieser vier Faktoren darstellt. Jedem einzelnen kommt nur eine Teilwirkung zu, die freilich bei geeigneten Bedingungen fast als ausschließlich wirksam erscheinen kann.

VI. Zahl der Soore.

Bevor ich an die Beschreibung des Soorpilzes gehe, will ich das zusammenfassen, was sich aus meinen Beobachtungen für die Entscheidung der Frage, ob ein oder mehrere Soore zu unterscheiden sind, ergibt.

Die von mir untersuchten Soorstämme gruppieren sich um zwei voneinander leicht unterscheidbare Typen. Den einen Typus charakterisiert das überaus reichliche Konidienwachstum, dem ein Zurücktreten des Hyphenwachstums entspricht, den anderen Typus zeichnet wieder das Vorherrschen des Hyphenwachstums aus, wobei die Konidien ganz zurücktreten können, dafür aber die Fähigkeit, Dauersporen zu bilden,

auftritt. Diese beiden Typen stellen gewissermaßen Endglieder einer einheitlichen Reihe dar, die durch Zwischenstufen verbunden sind. Diejenigen Soorstämme, welche sich um den konidienreichen Typus gruppierten, faßte ich als eine selbständige Varietät, den Konidiensoor, zusammen, während die Soorstämme, die sich um den Hyphentypus scharen, als Hyphensoor eine zweite Varietät darstellen. Das gemeinsame morphologische Merkmal für beide ist der charakteristische Stockwerkbau (vergl. Fig. 7, Tafel I). Die Unterschiede in ihrer Morphologie werden aber nur durch die mehr oder weniger große Neigung zum Hyphenwachstum, der die Fähigkeit, Dauersporen zu bilden, parallel geht, hervorgerufen. Daher kann man diese beiden Varietäten des Soors mehr als physiologische auffassen und sie so mit den in neuerer Zeit aufgestellten Rassen der Hefe in Vergleich setzen (vergl. die Diagnose beider Varietäten in Abschnitt X).

Die Konidiensoore scheinen nach meinen Befunden häufiger zu sein als die Hyphensoore, denn unter den aus dem deutschen Kinderspitale in Prag stammenden Sooren fand ich nur einmal den Hyphensoor; den anderen Hyphensoorstamm, der noch zur Untersuchung gelangte, hatte ich als *Oidium albicans liquefaciens* Fischer, Brebeck aus dem Kral'schen Institut in Prag bezogen.

Ich war oft versucht zu glauben, daß diese beiden unterschiedenen Varietäten sich nach Wunsch ineinander überführen lassen könnten, und ich sehe mich gezwungen, hier noch jene Tatsachen anzuführen, welche diese Meinung zu stützen scheinen.

So steigerte sich beim Hyphensoor aus dem Kral'schen Institute die Neigung zum Hyphenwachstum in meinen Kulturmedien (besonders Molisch's Pilznährlösung + 1 % Pepton und Agar) nach $1^1/_2$jähriger Zucht in dem Grade, daß er sich von einer späteren bezogenen Sendung desselben Pilzes deutlich durch sein gesteigertes Hyphenwachstum und reichlichere Dauersporenbildung unterschied. Der Unterschied war besonders auf der erwähnten Asparagingelatine[1] deutlich zu

[1] Molisch's Pilznährlösung + 1 % Asparagin.

sehen, wo die jüngere Sendung neben Dauersporen reichlich Konidien abschnürte, eine Erscheinung, die an der älteren Sendung nicht mehr bemerkt wird. Auch die Beschreibung desselben Soors von Fischer und Brebeck weist auf ein stärkeres Hyphenwachstum hin.

Ferner zeigte ein Soorstamm, der aus dem Munde eines gesunden Menschen stammte und anfangs als ziemlich typischer Konidiensoor wuchs, wenn er auch schon eine größere Neigung zum Hyphenwachstum aufwies, auf dem gleichen Agar eine Umwandlung in demselben Sinne und zwar so weit, daß man manche seiner Kolonien von einem typischen Hyphensoor nicht mehr unterscheiden konnte. Er stellt sich jetzt nach kurzer Zeit der Kultur als ein Mittelding zwischen den beiden genannten Typen dar, neigt aber fast mehr zum Hyphensoor infolge seiner Dauersporenbildung. Da ich auch alte, wenig auf jenem Agar überimpfte Kulturen desselben Soorstammes aufbewahrt hielt, hatte ich nun anscheinend beide Varietäten aus einem einzigen Stamme herausgezüchtet.

In beiden Fällen fand also eine Steigerung der Neigung zum Hyphenwachstum bei längerer Kultur statt und es könnte berechtigt erscheinen, auch bei den typischesten Konidiensooren eine solche Steigerung im Laufe der Zeit zu erwarten und anzunehmen, der Soorpilz könnte je nach äußeren und inneren Ursachen bald im Konidien-, bald im Hyphensoorstadium längere Zeit verharren und es gäbe daher keine Varietäten.

Da aber während der Zeit meiner Untersuchungen die Konidiensoore mit Ausnahme des erwähnten sich konstant erhielten, obwohl doch dieselben äußeren Bedingungen auf sie einwirkten, und zwar eben so lang und noch länger, so kann man mit mehr Recht auf eine innere physiologische Verschiedenheit schließen und es ist daher wohl besser, das, was wirklich getrennt erscheint, auch zu trennen und den Soor in zwei Varietäten zu spalten. Der umgewandelte Konidiensoor stellt dann das Bindeglied zwischen den beiden Soorvarietäten dar und zeichnet sich durch eine größere Fähigkeit, nach beiden Endgliedern der Reihe hin in seiner Wachstumsart zu variieren, aus, während sich bei den aufgestellten Varietäten die eine oder die andere Art des Wachstums festigte.

Die Art *Dematium albicans* Laurent (= *Oidium albicans* Robin.) erscheint somit als eine Formenreihe, die nach zwei Endpunkten verschieden variiert und deren Endglieder gut unterscheidbare Varietäten darstellen (siehe diese Seite unten).

Der Vollständigkeit halber sei noch folgendes angeschlossen: Da ich bei diesem Soorstamme Dauersporen und Konidien nebeneinander leicht bekam, machte ich den Versuch, ob nicht vielleicht die Nachkommenschaft einer Dauerspore sich anders verhielte als diejenige einer Konidie, und zwar in dem Sinne, daß man bei Impfung einer Dauerspore den Hyphensoor, bei Impfung einer Konidie den Konidiensoor erhält und also auf diese Weise beide Varietäten aus einem Stamme plötzlich scharf geschieden hätte. Meine Versuche aber ergaben gar keine scharfe Grenze zwischen beiden Aussaaten. Die Dauersporenaussaat zeigte wohl das typische Aussehen des Hyphensoors, die Konidienaussaat jedoch wies neben Konidiensoorkulturen auch in großer Menge Hyphensoorkulturen auf, obwohl mit großer Peinlichkeit für die Abwesenheit jeder Dauerspore gesorgt worden war. Der Versuch beweist, glaube ich, eine allmähliche langsame Umwandlung dieses Stammes, wobei die Zwischenstufen noch nicht ausgetilgt sind, und man darf daher die Konidie und die Dauerspore nicht als Ausgangspunkte von gewissermaßen zwei verschiedenen Generationen betrachten.

VII. Beschreibung der Soorvarietäten.

a) Dematium albicans Laurent, var. mutabilis Hiekel. Der Konidiensoor.

Morphologie. Der Pilz zeigt das am Anfange beschriebene Stockwerkwachstum sehr deutlich und fast in jedem Nährmedium, wo für ihn Hyphenbildung möglich ist (Fig. 2, 3 und 7, Taf. I). Dauersporen wurden nur in einigen wenigen Fällen und dann meist nicht von der typischen Ausbildung angetroffen wie beim Hyphensoor. Man muß entweder annehmen, daß die zur Bildung der Dauerformen notwendigen Bedingungen nicht so leicht auf künstlichem Wege hergestellt werden können, oder daß der Pilz durch reichliche Konidienabsonderung die Fähigkeit der Dauersporenbildung verloren habe, zumal ja die biologische Wirkung der Konidien diejenige der Dauersporen vollkommen ersetzen kann. Es sei bemerkt, daß es auch nicht gelingt, Dauersporen auf

Asparagingelatine zu erhalten, die den Hyphensoor zu reichlicher Bildung veranlaßt.

Größenverhältnisse. Als ungefähre Zahlen ergeben sich bei Kultur in Molisch's Pilznährlösung mit 3 % Saccharose und $^1/_4$ % Pepton:

Konidiengröße .... 3 bis 6 μ,
Hyphendicke .... 3 μ,
Länge der Hyphenglieder....30 μ.

Oft sind die Hyphenglieder ampullenartig aufgetrieben und dann natürlich dicker. Nach verschiedenen Ernährungsverhältnissen sind diese Zahlen sehr variabel, besonders diejenige der Hyphenlänge.

Aussehen auf verschiedenen Nährmedien.

Bierwürzgelatine.

a) Der Strich. Hefeartige erhöhte Auflage, entstanden aus zusammengeschobenen Oberflächenkulturen. Farbe: weiß mit gelblichem Stich, etwas feuchtglänzend.

b) Plattenkulturen. Nach drei Tagen Kolonien von 1 *mm* Durchmesser. Diese haben einen glatten Rand, wenn sie oberflächlich liegen, und sehen aus wie halbkugelig erhöhte Hefekolonien. Farbe: wie oben beim Strich. Die submersen Kolonien sind entweder von einem stockwerkartigen Strahlenkranze umgeben oder hefeartig wie die Oberflächenkulturen, was sich zumeist nach dem Einflusse der äußeren Faktoren richtet und nach der Neigung des betreffenden Konidiensoors zur Hyphenbildung (vergl. Fig. 1, 2, 3, Taf. I). Häufig ist die Gelatine, indem Verflüssigung beginnt, etwas eingezogen. Hefezellen sind am Rande bei schwacher Vergrößerung schwer zu unterscheiden.

c) Stichkulturen. Ein Nagelkopf, der einer großen Oberflächenkultur entspricht. Der Stichkanal ist meist hefeartig, doch kann er auch radiäre, infolge Konidienabschnürung meist dickere Ausstrahlungen zeigen (Fig. 6, Taf. I, und zwar die beiden Stiche rechts).

Molisch's Pilznährlösung mit 2 % Agar, $^1/_2$ % Pepton.

a) Strichkulturen. Weite, glänzende und breiig aussehende Konidienauflage, die meist nie in die Tiefe Hyphen entsendet.

b) Plattenkulturen (sind wegen schnellen Austrocknens nicht sehr günstig). Die Kolonien meist nur in Hefeform.

c) Stichkulturen. Bei 37° C. (auch darunter!) sehr charakteristisch und zum großen Teile schon im Kapitel über Sauerstoffeinfluß beschrieben. Häufig gleicht der Stichkanal einer Pfahlwurzel mit mehr oder weniger dicken Seitenwurzeln. Die dickeren Stränge, welche die meist flaumigen Hyphenausstrahlungen besonders gegen den Nagelkopf hin durchsetzen (Fig. 11, Taf. II), entstehen durch reichlichere Konidienabschnürung gewisser Hyphen.

Kartoffelabschnitte (alkalisch): Dicke hefeförmige Auflagerungen.

Molke. Wolkige Hyphenfetzen und wenig Konidien.

Molisch's Pilznährlösung + $^1/_4$ % Pepton: Wolkige Hyphenfetzen und Konidien. Das verschiedene Wachstum bei Zuckerzusatz ersieht man aus der Tabelle p. 169.

Keimung der Konidien. Bringt man Konidien in Speichel oder in andere zur Hyphenbildung geeignete Flüssigkeiten unter Deckglas auf einen Objektträger, so wachsen sie am Rande, wo genug Sauerstoff vorhanden ist, an ein oder zwei Stellen zu einem Hyphenfaden aus (Fig. 13 und 14, Taf. II). Diese doch nur als Keimung anzusehende Erscheinung unterstützt wohl neben der ganzen Morphologie des Pilzes (Stockwerke!) die Auffassung der Soorhefezellen als Exosporen, also als echte Konidien und entkräftet die Anschauung von Roux und Linossier, welche die Hefeform des Soors als Mycelform und Hauptwuchsart betrachteten.

Temperaturgrenzen. Die geeignetste Temperatur, wo das schnellste Wachstum erfolgt, liegt um 37° C. herum. Doch gedeiht der Pilz auch bei Zimmertemperatur, dann aber meist in der ausschließlichen Konidienform, die eine Wuchsform unter ungünstigen Bedingungen überhaupt darstellt. (Mucor!)

Chemische Leistungen.

a) Gärung. Der Pilz vergärt nach meinen Befunden die Monosen: *d*-Glukose, *l*-Glukose, Galaktose und Fruktose, von den Biosen nur die Maltose, während Milch- und Rohrzucker nicht vergoren wurden, ebenso nicht die Polyosen: Glykogen und Dextrin. Diese Ergebnisse, die auf Grund der Gärungskölbchenmethode gewonnen wurden, stimmen mit den früheren Untersuchungen überein und wurden in der bekannten Peptonnährlösung ausgeführt. Eine allgemeine Ansicht, gegen die sich Wehmer[1] wendet und die darin besteht, daß man Hefeform und Gärfähigkeit zueinander in Beziehung bringt, möchte ich hier nur streifen. Ich beobachtete nämlich durchwegs, daß der hefeänliche Konidiensoor stets früher und intensiver mit der Gärung einsetzte als der Hyphensoor, der meist auch quantitativ weniger CO_2 erzeugte. Es könnte dies wirklich eine Beziehung der Pilzform zur Gärfähigkeit wahrscheinlich machen, womit aber natürlich nicht behauptet werden soll, daß Hyphen nicht gären. Denn ich kann ja Wehmer's Beobachtung, daß auch Hyphen gärfähig sind, bestätigen, wenn ich nicht die beim Hyphensoor äußerst vereinzelt vorkommenden Konidien als Ursache der Gärleistung allein ansehen will. In dieselben Erwägungen schlägt folgendes Ergebnis: der Konidiensoor wächst nämlich in der Biose,[2] die er gleichzeitig vergären kann, in Konidien, in den beiden anderen untersuchten Biosen in Hyphen. Nach all diesem hat es den Anschein, als ob doch ein gradueller Unterschied in der Gärtüchtigkeit der Hyphen- und der Hefenform zu bemerken sei.

---

[1] C. Wehmer, Über Kugelhefe und Gärung bei *Mukor javanicus*. Referat, original, Zentralbl. für Bakt. u. Par., Abt. II, Bd. XIII (1904), p. 277. — Referat, Botan. Zentralbl., Bd. XCVIII (1905), p. 124.

[2] Maltose zu 10 %. In schwächeren Konzentrationen dieses Zuckers ist noch Hyphenbildung möglich. Siehe Tabelle p. 169.

Zur Entscheidung wären eingehendere Versuche nötig, wozu sich vielleicht der Soor besonders eignete.

b) Säureabsonderung. Nimmt man eine alkalische Peptonnährlösung und untersucht dieselbe nach einiger Zeit auf ihre Reaktion, so zeigt sich, daß sie durch die Pilzvegetation sauer geworden ist.

c) Verflüssigung der Gelatine. Übereinstimmend mit Fischer und Brebeck wird Gelatine mit den gebräuchlichsten Nährsubstraten gewöhnlich nicht verflüssigt, während bei Bierwürzgelatine nach längerer Zeit eine Verflüssigung eintritt. Ein Unterschied in dieser Beziehung zwischen beiden Soorvarietäten konnte nicht bemerkt werden, obwohl Fischer und Brebeck die Verflüssigung der Bierwürzgelatine als Diagnostikum zur Unterscheidung ihrer beiden Soore angeben.

Anmerkung. Bei zwei Soorstämmen aus dem Kinderspitale wurde stets eine ganz besonders große Neigung zum Konidienwachstum fast in allen Nährmedien beobachtet, die auch nach einjähriger Kultur beibehalten wurde, so daß diese beiden Stämme das unterste Endglied der Reihe darstellen. Im Agar- und Bierwürzgelatinestich gab sich das schwache Hyphenwachstum am besten zu erkennen (Fig. 6 *c*, Taf. I). Durch die Abimpfung dieser beiden Soorstämme wurde ich sofort an den von Heubner beschriebenen Fall einer Soorallgemeinerkrankung erinnert. Diese wurde durch einen Soor hervorgerufen, der sich ebenfalls durch fast ausschließliches Konidienwachstum auszeichnete. Man könnte eine Identität des Heubner'schen Soorstammes mit diesen beiden vermuten.

b) Dematium albicans Laurent var., filiformis Hiekel. Der Hyphensoor.

Morphologie. Dieser Soor zeigt nur unter gewissen Bedingungen stockwerkartigen Aufbau, da gewöhnlich in allen Kulturverhältnissen das Hyphenwachstum bevorzugt wird. Das Konidienwachstum tritt ganz und gar zurück. In den Kulturen mit $(NH_4)_2SO_4$ und den wechselnden Zuckerarten, die zur Prüfung des bekannten Gesetzes dienten, wuchs dieser Soor schlecht und zeigte unter dem Mikroskop Konidienabschnürung in Stockwerken. Aus dem Bevorzugen des Hyphenwachstums (vergl. den äußersten Hyphenast rechts der Fig. 7, Taf. I) folgt nun ein ganz anderes Aussehen der Kulturen, so daß sogleich zu erkennen ist, welcher Soor vorliegt (Fig. 4, 5 und 6 *a*).

Größenverhältnisse. Dieselben wie beim Konidiensoor. Jedoch macht das Mycel einen festeren und mehr starren und steifen Eindruck. Dauersporen rund dreimal größer als die Konidien. Hyphenglieder meist länger und seltener ampullenartig aufgetrieben.

Aussehen auf verschiedenen Nährmedien.

Bierwürzgelatine.

a) Der Strich. Zusammengesetzt aus an- und ineinandergerückten, halbkugelig erhöhten Oberflächenkolonien, die mit kurzen radialen Hyphenzöpfen

(Emergenzen) stachelartig besetzt sind oder häufig auch nur faltig und wulstig erscheinen. Farbe weiß mit gelblichem Stich und matt.

b) Plattenkulturen. Nach 3 Tagen Kolonien von 1 bis 1·5 *mm* Durchmesser. Oberflächliche Kolonien: Halbkugelig erhöht mit Hyphenzöpfen, die radial in die Luft ragen, stachelartig besetzt (Fig. 5, Taf. I) oder nur faltig und wulstig; ganz aus Hyphen bestehend. Submerse Kolonien: Um einen dichten Kern ist ringsherum ein Hof von anfangs kurzen, dicken (Roux und Linossier), dann langen und dünnen Hyphen gebildet (Fig. 4, Taf. I). Farbe wie beim Strich. Bei schwacher Vergrößerung sieht man keine Stockwerke.

c) Stichkulturen. Ein Nagelkopf, der einer großen Oberflächenkultur entspricht. Der Stichkanal zeigt ringsherum radiär und wirr verlaufende Hyphen, deren Länge von oben nach unten abnimmt. Da Konidienabschnürung fehlt, ist der Stich sehr flaumiger Natur (vergl. die erste Stichkultur von links der Fig. 6, Taf. I).

Molisch's Pilznährlösung mit 2% Agar, ½% Pepton.

a) Strichkulturen. Erhöhte, reich gefältelte, glänzende oder matte Auflagerung, die aus Hyphen besteht.

b) Plattenkulturen. Erhöhte gefältelte Auflagerungen, die sich ganz abheben lassen. Untergetaucht sahen die Kulturen wie strahlige Hyphenkugeln aus.

c) Stichkulturen zeigen (auch bei gewöhnlicher Temperatur) den schon beschriebenen charakteristischen Stichkanal, nur nicht so schön und von stets flaumigerer Natur. Nagelkopf wie eine große Oberflächenkultur. Bei alten Kulturen im Stich reichlich Dauersporenbildung. Konidien fehlen, daher auch die dickeren radiären Stränge. Bei dem erwähnten Soorstamme, der eine Mittelstellung zwischen beiden Varietäten darstellt, sieht man an einem Stichlängsschnitt schon bei schwacher Vergrößerung knapp unter dem aus Konidien bestehenden Nagelkopf an den Hyphen eine reichliche Konidienabschnürung, während die tiefer gelegenen konidienlosen Hyphen reichlich Dauersporen tragen. Die obere Konidien- und die darunter liegende Dauersporenzone gehen ohne scharfe Grenze ineinander über.

Kartoffelschnitte (alkalisch). Wulstige, dicke und gefaltete Auflagerungen, die ganz aus Hyphen bestehen.

Molke. Wolkig aussehende Hyphenkugeln.

Molisch's Pilznährlösung + ¼% Pepton. Sphäritartige Hyphenkugeln, bis zu ½ *cm* groß. Ebenso bei Zusatz der verschiedenen Zucker. Wolkige Hyphenfetzen werden ebenfalls beobachtet neben den so häufigen Hyphenkugeln (Tabelle p. 169). Charakteristisch für diesen Soor ist die Leichtigkeit, mit der er Dauersporen bildet.

Entstehungsbedingungen der Dauersporen.

Die Dauersporen werden im allgemeinen bei Nahrungsmangel gebildet, und zwar kann man die Bildung regelmäßig bei alten eingetrockneten Kulturen

beobachten. Um sie aber schnell und reichlich zu erhalten, eignet sich am besten eine Gelatine, die die gewöhnliche Zusammensetzung der Molisch'schen Pilznährlösung hat, aber als Stickstoff- und Kohlenstoffquelle noch 1% Asparagin enthält. Ein Zusatz von Zucker verzögert die Dauersporenbildung, weil dadurch wohl die Nahrungsverhältnisse verbessert werden. In der erwähnten Asparagingelatine bilden sich die Dauersporen unter zweierlei Umständen: 1. bei dünn gesäten Kolonien nach längerer Zeit, wenn die Kolonien schon eine ziemliche Größe erreicht haben und die Austrocknung wirken mag, und 2. bei sehr dicht gesäten Kolonien gleich am folgenden Tage. Die Dauersporen hängen dann an sehr kurzen, kaum merklich gewachsenen Hyphen. Auf welche Weise sich die einzelnen Kolonien in dem noch ganz frischen Nährmedium durch ihr nahes Beieinandersein beeinflussen, ist nicht recht klar. Man ist geneigt, an Ausscheidungen zu denken oder aber auch an durch Atmung bewirkten Sauerstoffmangel. Wird an einem Hyphenfaden oder dessen Seitenzweig eine Dauerspore gebildet, so sieht man das Ende kolbig anschwellen, wobei gleichzeitig eine Anreicherung von Zellinhaltsstoffen in der Nähe der Anschwellung erfolgt. Allmählich wird die Anschwellung größer, schnürt sich ab und verstärkt ihre Zellhaut, die dadurch sehr stark lichtbrechend wird. Im Innern dieser von der auffallend dicken Zellmembran umgebenen Kugel hat sich mehr oder weniger Reservestoff in Gestalt von ebenfalls stark lichtbrechenden Körnchen abgelagert. Schon bei schwacher Vergrößerung ist daher ein mit Dauersporen behangenes Mycel auf den ersten Blick zu erkennen. Bei starker Vergrößerung sieht man auch oft in der Dauerspore eine Vakuole entwickelt, um die man die Reservestoffkörnchen scheinbar kreisförmig gelagert sieht. Besaß der Hyphenfaden genug Reservestoffe, so wird oft hinter der äußersten und ältesten Dauerspore eine zweite jüngere gebildet oder es verdickt sich wenigstens hinter der Dauerspore ein Stück des Fadens und speichert in diesem Teile ebenfalls Reservestoffe an (Fig. 8 und 9, Taf. I).

Diese Erscheinung deutet wohl darauf hin, daß wir es hier mit echten Chlamydosporen zu tun haben, wie schon Roux und Linossier behaupteten, und daß also die Dauersporen morphologisch nicht mit verdickten Konidien zu identifizieren seien, wenigstens nicht bei diesem Soor, sondern es sind offenbar umgewandelte Hyphenteile, nur mit dem Unterschiede, daß nur die Hyphenenden diese Umwandlungsfähigkeit besitzen, nicht der ganze Faden. An den Konidiensooren aber bemerkt man wirklich manchmal Dauersporen, die nichts anderes als umgewandelte Konidien darzustellen scheinen und mit der von Kehrer[1] beschriebenen Bildungsweise übereinstimmen. Sind die Dauersporenkulturen schon alt, so verschmelzen oft bei vielen die Reservestoffkörnchen zu einer einzigen stark lichtbrechenden zentralen Kugel. Roux und Linossier beschrieben dieses Stadium als ein Stadium der Reife. Eine eigentliche Auskeimung gelang ihnen jedoch damit nicht. Da ich Dauersporen solcher Gestalt nie auskeimen sah, halte ich sie jedoch für tot.

Die dicke Dauersporenmembran widersteht konzentrierter Schwefelsäure, in der die übrigen Hyphenteile verschwinden, und es zeigt sich nach solcher

[1] Kehrer, Der Soorpilz. Bot. Zentralbl., 1883, XIV.

Behandlung in den Dauersporen, schon makroskopisch erkennbar, eine schöne rosenrote Färbung, die Raspail'sche Eiweißreaktion. Da Zucker anwesend sein muß, geht diese Reaktion sehr gut mit Dauersporen, die sich auf einer zuckerhaltigen Asparagingelatine gebildet haben. Durch Osmiumsäure habe ich im Gegensatz zu Roux und Linossier eine deutliche Braunfärbung erlangt. Mit der Natur der Zellinhaltsstoffe haben sich die beiden Forscher genauer beschäftigt.

Keimung. Bringt man nun Dauersporen in Speichel auf den Objektträger und bedeckt mit dem Deckglas, so bemerkt man nach ungefähr 12 Stunden eine Keimung der Dauersporen an einer oder an mehreren Stellen (Fig. 10, Taf. I). Die günstigste Temperatur ist 37° C. Wenn die ausgekeimten Hyphen größer geworden sind, erscheint die Dauerspore als leere Zelle und nur ihre dicke Haut verrät, daß sie eine Dauerspore gewesen ist. Die aus der Spore hervorgewachsenen Hyphen verzweigen sich rasch und bleiben im festen Verbande mit der Mutterdauerspore. Auch in Bouillon erfolgt die Keimung. Eine Asparagin-Dauersporenkultur war, um ihre Widerstandsfähigkeit gegen die Winterkälte zu erproben, in der Weihnachtszeit 3 Wochen im Freien verblieben, wo sie eine tiefste Temperatur von —20° C. auszuhalten hatte. Wieder in das Zimmer in die Nähe des Ofens gebracht, keimten nun fast alle Dauersporen aus, weil die Gelatine sich (beim Ofen) halb verflüssigt hatte und so die Keimung ermöglichte. An den ziemlich langen Hyphen, die aus den Dauersporen hervorgesproßt waren, bildeten sich jedoch wieder neue Dauersporen. Die in Asparagingelatine gebildeten Dauersporen trennen sich ziemlich leicht von ihren Hyphen ab, was man durch Verschieben des Deckglases erreichen kann. Dauersporen anderer Herkunft haften oft sehr fest. Die leichte Lostrennbarkeit der Sporen halte ich für ein Zeichen der Reife und vollständigen Ausbildung. Dies wird durch die Beobachtung bestätigt, daß bei manchen Keimungsversuchen keine einzige der Dauersporen keimte, wohl aber das sie tragende Mycel auf Kosten der Dauersporen weiter wuchs. Die Dauersporen wurden ärmer an Reservestoffen und verschwanden. Nach Roux und Linossier tritt dasselbe ein oder sie bleiben erhalten. Die Verfasser scheinen tote oder unreife Dauersporen gehabt zu haben.

Eigentümlich ist, daß Dauersporen, die längere Zeit der Winterkälte ausgesetzt worden waren, stets am besten und reichlichsten auskeimten. Versuche bezüglich einer Ruheperiode u. s. w. konnten leider nicht mehr gemacht werden.

Temperaturgrenze. Vergl. den Konidiensoor. Unterschiede in der Widerstandsfähigkeit der Fortpflanzungszellen und Mycelfäden sind noch festzustellen.

Chemische Leistungen.

a) Gärung. In qualitativer Beziehung wie beim Konidiensoor, jedoch scheint die Gärkraft eine geringere zu sein.

b) Gelatineverflüssigung. Wie der vorhergehende Soor. Jedoch beobachtete ich auch eine Verflüssigung der Asparagingelatine, aber nur bei Kulturen, die Konidien abschnürten, nicht bei Dauersporenkulturen, die im Zustande

latenten Lebens zu sein schienen und daher keine chemische Tätigkeit zeigten.

c) Säureabsonderung wie der vorige.[1]

VIII. Über das Vorkommen des Soors in der Natur.

Da der Soor auf den verschiedensten Substanzen ganz gut gedeiht, liegt die Vermutung nahe, daß derselbe in der Natur irgendwo gewöhnlich vorkommt und gelegentlich durch Übertragung auf den Menschen gelangt. Die Herkunft des Soores zu ergründen und die Art und Weise der Übertragung aufzudecken, hat schon Rees[2] als wertvolle Aufgabe hingestellt. Nach Grawitz,[3] der auf Magdeburger Sauerkohl den Soorpilz gefunden haben will und auch durch das Tierexperiment am Hunde mit diesem Pilze Soor hervorrufen konnte, wäre eigentlich diese Aufgabe gelöst. Grawitz's Angabe in der Literatur scheint aber in Vergessenheit geraten zu sein, da nirgends mehr ihrer Erwähnung geschieht. Ich habe nun auch käuflichen Sauerkohl untersucht, jedoch ohne Resultat. Auch Versuche mit den verschiedensten Obstsorten und menschlichen Nahrungsmitteln[4] schlugen fehl, obwohl ich sie öfter wiederholte. Als ich dagegen auf den Gedanken kam, den Soor im Munde gesunder Menschen zu suchen, besonders bei Personen weiblichen Geschlechtes, da erfüllten sich meine Erwartungen.

Ich fand nämlich dreimal einen Pilz, der sich morphologisch genau so verhält wie der Soorpilz, auch dieselbe Variabilität und Agarstichform zeigt wie der Konidiensoor. Er müßte ohneweiters mit diesem identifiziert werden, wenn der Tierversuch, den ich leider nicht anstellen konnte, ein

---

[1] Anmerkung. Diese hier gegebene Beschreibung entspricht dem aus dem Kral'schen Institut in Prag bezogenen, verflüsssigenden Soor Fischer und Brebeck und paßt auch auf einen aus dem deutschen Kinderspital stammenden Soor, jedoch mit dem Unterschiede, daß ich von letzterem fast nie Dauersporen erhielt, auch auf Asparagingelatine nicht.

[2] L. c., p. 163.

[3] P. Grawitz, Bot. Zeitg., 1878, p. 410.

[4] Zur Untersuchung gelangten: Wein, Kirschen, Äpfel, Mispeln, Mehl, Brot, Milch, Bier, Sauerkraut, Gurkenwasser.

positives Ergebnis lieferte. Während meiner Speicheluntersuchungen wurde ich auch durch die freundliche Mitteilung eines mir bekannten Arztes[1] bestärkt, der mir sagte, daß Kinder fast regelmäßig Soor bekämen, wenn die Mütter dem Kinde die »Nutschel« mit eigenem Speichel anfeuchten. Nach den Ergebnissen der Speicheluntersuchungen und den Beobachtungen des praktischen Arztes könnte man vermuten, daß der Soor, wenn schon kein ständiger Bewohner des Mundes, so doch ziemlich häufig unter den Mundorganismen zu finden sei.

Bemerkt muß noch werden, daß die drei soorgleichen Pilze von weiblichen Personen stammen.

Mit diesen Ergebnissen der Speicheluntersuchungen ist aber die Frage nach der Herkunft des Soores noch immer nicht gelöst; denn es bleibt noch immer zu beantworten: Von wo aus kommt der Pilz in den menschlichen Mund?

IX. Verwandtschaft.

Die Stellung des Soorpilzes im System ist bekanntlich noch immer nicht sicher. Von Robin rührt die Stellung des Pilzes zur Gattung *Oidium* her. Andere Autoren wie Grawitz[2] und Plaut[3] hielten den Soor für identisch mit anderen Pilzen, Grawitz mit *Mycoderma vini*, Plaut mit *Monilia candida* Bonorden. Beide Forscher weisen auf die Bestätigung ihrer Ansicht durch das Tierexperiment hin. Eine Mitteilung von O. von Herff[4] über Scheidenmykosen aber, wonach der Autor bei solchen Krankheitsfällen viermal *Monilia candida*, 16 mal den Soor und einmal *Leptothrix vaginalis* antraf, beweist, daß *Monilia candida* eine ähnliche Wucherung auf den Schleimhäuten hervorrufen kann wie der Soor, ohne mit ihm identisch

---

[1] Herrn Dr. Dobisch in Auscha sage ich hiemit meinen besten Dank.

[2] L. c., p. 190.

[3] C. H. Plaut, Neue Beiträge zur systematischen Stellung des Soorpilzes in der Botanik. Leipzig, H. Voigt, 1887. Referat: Zentralbl. für Bakt. u. Par., I, p. 527.

[4] Otto v. Herff, Über Scheidenmykosen *(Colpitis mykotica acuta)*. Zentralbl. für Bakt. u. Par., XVIII, p. 751. Sammlung klin. Vorträge, 1895, Nr. 137.

zu sein.[1] Vielleicht können dies unter Umständen auch sonst ganz harmlose Pilze und bei Berücksichtigung des Tierexperimentes von Grawitz auch Mykodermaarten. Roux und Linossier stellten den Pilz zu Mucor und Fischer und Brebeck zu den Saccharomyceten, da sie den Hefeendosporen ähnliche Gebilde auf Molke beobachtet haben wollten. Die Bestätigung dieser Auffassung durch Auskeimenlassen liegt aber nicht vor. Auch sprechen sich alle anderen Autoren gegen das Vorkommen von Endosporen aus. Meine dahinabzielenden Versuche fielen ebenfalls negativ aus.

Wenn ich mich aber bezüglich der verwandtschaftlichen Beziehungen des Soors entscheiden soll, möchte ich mich am liebsten der Ansicht Laurent's[2] anschließen, der den Soor zur Gattung *Dematium* stellt und die Bezeichnung *Dematium albicans* vorschlägt. Denn ich erhielt vom Konidiensoor auf Bierwürzgelatine und im Agarquerschnitte Bilder, die mit der Beschreibung der Soorkolonien von Laurent, der Material aus dem großen Krankenhause und den Hospitälern in Paris untersuchte, vollständig übereinstimmen. Auch impfte ich von Weinbeeren und Kirschen einen Pilz ab, den ich nach der Photographie von Fischer und Brebeck[3] und nach der Beschreibung von E. Löw als *Dematium pullulans* bestimmte und der dasselbe stockwerkartige Wachstum unter dem Mikroskope auf Bierwürzgelatine zeigte wie der Konidiensoor. Nur die Hyphen waren dicker, die Konidien ovaler und fähig, auch an anderen Stellen des Hyphengliedes sich reichlicher abzuschnüren. Besonders das Habitusbild der Kulturen bei schwacher Vergrößerung war dem des Konidiensoors sehr ähnlich, aber doch bei einiger Übung leicht zu unterscheiden.

---

[1] Auf Grund von Kulturen dieses Pilzes, den ich aus dem Kral'schen Institute in Prag bezog, möchte ich glauben, daß auch *Monilia candida* Bonorden in den Verwandtschaftskreis des *Dematiums* gehört.

[2] E. Laurent, Observations sur le champignon du muguet (Bulletin de la société belge de microscopie, 1890, Bruxelles. Nos I, II et III). Referat Zentralbl. für Bakt. u. Par., VIII, p. 407.

[3] Fischer und Brebeck, Zur Morphologie, Biologie und Systematik der Kahmpilze, der *Monilia candida* Hausen und des Soorerregers. Jena, Verlag von G. Fischer, 1894. Taf. II, Fig. 12.

Auch erinnere ich an die Mitteilung von Fischer und Brebeck, nach der diese einmal bei einer Soorabimpfung *Dematium pullulans* fanden.

Auf Grund dieser Erwägungen sehe ich mich also gezwungen, den Soorerreger mit Laurent *Dematium albicans* zu nennen, unterscheide aber innerhalb dieser Art noch zwei ineinander übergehende Varietäten.

Zum Schlusse meiner Arbeit ist es mir eine angenehme Pflicht, meinem Lehrer, Herrn Prof. Dr. H. Molisch, herzlichst zu danken für seine Leitung und für sein Streben, mir in jeder Hinsicht alle zur Arbeit erforderlichen Mittel zu beschaffen.

Desgleichen gilt mein Dank der löblichen Gesellschaft zur Förderung deutscher Wissenschaft, Kunst und Literatur in Böhmen, durch deren Subvention die bei derartigen Untersuchungen unvermeidlichen größeren Auslagen für Reagenzien, Glasgefäße u. dgl. gedeckt wurden.

Ferner danke ich Herrn Assistenten Dr. Oswald Richter für mancherlei Ratschläge und Gefälligkeiten sowie Herrn Demonstrator phil. cand. Ruttner für die Anfertigung der Photographien.

X. Übersicht der Resultate.

I. Die vorliegende Arbeit enthält eine eingehende Untersuchung über die Naturgeschichte des Soors nach der morphologischen und physiologischen Seite hin.

II. Aus derselben ergibt sich, daß die Art *Dematium albicans* Laurent (= *Oidium albicans* Robin) eine Formenreihe darstellt, die nach zwei Endpunkten variiert und deren Endglieder zwei wohl unterscheidbare Varietäten darstellen:

1. den Konidiensoor,
2. den Hyphensoor.

Diagnose der beiden Varietäten:

a) Der Konidiensoor. Auf Nährmedien, wo der Pilz in Hyphenform wachsen kann: Mycel mehr oder weniger verzweigt, bestehend aus farblosen, gegliederten Hyphen. Glieder mittellang, am Ende derselben (selten in der Mitte) schnüren sich zahlreiche, vorherrschend runde Konidien ab, die sich

zu stockwerkartig gelagerten Häufchen ansammeln (Taf. I, Fig. 7, die linken Hyphenäste). Verzweigungen des Mycels entspringen ebenfalls meist an den Gliederenden. Große Neigung zum Konidienwachstum. In der Art des Wachstums durch äußere Faktoren beeinflußbar. Keine Dauersporen.

b) Der Hyphensoor. Auf allen gebräuchlichen Nährmedien ein reich verzweigtes Mycel, bestehend aus farblosen gegliederten Hyphen. Glieder sehr lang, am Ende derselben (selten in der Mitte) wenig oder meist keine Konidien. Dafür eine reichliche Verzweigung des Mycels. Zweige meist an den Gliederenden (Taf. I, Fig. 7, der äußerste Ast rechts). Große Neigung zum Hyphenwachstum. In der Art des Wachstums durch äußere Faktoren wenig, meist gar nicht beeinflußbar. Typische Dauersporen (Taf. I, Fig. 8, 9 und 10). (Identisch mit dem verflüssigenden Soor von Fischer und Brebeck.)

III. Die Ansicht Laurent's, daß der Soorerreger mehr mit *Dematium pullulans* De Bary verwandt ist als mit *Oidium lactis* Fres. wird unterstützt. Endosporen wurden nicht beobachtet.

IV. Es werden Mittel angegeben, durch welche man schnell Dauersporen erhalten kann, welche keimungsfähig sind.

Ferner wird gezeigt, daß die Soorhyphen stets zu einer bestimmten Sauerstoffspannung (Optimum) hinwachsen und daher positiv oder negativ aërotrop sein können.

Der Konidiensoor wird außerdem noch von folgenden äußeren Faktoren in der Art seiner Wuchsform stark beeinflußt:

a) vom Sauerstoff,
b) von den Nährstoffen,
c) von der Temperatur,
d) durch das Licht.

Der Hyphensoor zeigt mit geringen Ausnahmen keine solche Beeinflußbarkeit.

V. Das Streben, das natürliche Vorkommen des Soors außerhalb seines Wirtes aufzuhellen, ist zwar nicht

geglückt, doch wurde bei den betreffenden Versuchen festgestellt, daß der Soor auch im Munde gesunder erwachsener Menschen gelegentlich zu finden ist.

Tafelerklärung.

Tafel I.

Fig. 1 bis 3. Drei Konidiensoorkolonien auf Bierwürzgelatine. Fig. 1 eine Oberflächenkolonie, 2 und 3 submerse. Doch können auch untergetauchte Kolonien das Bild der Fig. 1 darbieten. Man beachte den Übergang von der Konidien(Hefe)kolonie zur typischen Stockwerkkolonie. Vergrößerung: Fig. 1 und 3 etwa 20fach, Fig. 2 etwa 50fach.

Fig. 4. Submerse Hyphensoorkolonie auf Bierwürzgelatine. Stockwerke infolge ausschließlichen Hyphenwachstums nicht mehr zu erkennen. Vergrößerung etwa 20fach.

Fig. 5. Oberflächenkolonie des Hyphensoors ebenfalls auf Bierwürzgelatine. Zum Unterschiede von der Oberflächenkolonie des Konidiensoors (Fig. 1) besteht diese Kolonie fast vollständig aus Hyphen, die, zu mehr oder weniger dicken Zöpfen vereinigt, radial in die Luft ragen und der Kultur ein stacheliges oder haariges Aussehen verleihen. Vergrößerung etwa 20fach.

Fig. 6. Drei Soorstichkulturen auf Bierwürzgelatine. Links ein Hyphensoor, rechts zwei Konidiensoore, der eine rechts mit besonders großer Neigung zur Konidienbildung. Natürliche Größe.

Fig. 7. Soorhyphen, die an ihren Gliederenden reichlich Konidien abschnüren, wobei sich diese zu stockwerkartig gelagerten Häufchen ansammeln. Diese typische Wachstumsart zeigt bei geeigneten Bedingungen stets der Konidiensoor. Ganz rechts befindet sich ein Ast, der als Seitenzweige immer wieder Hyphen zweiter, dritter etc. Ordnung erzeugt, so daß ein fast ausschließlich fädiges Mycel entsteht, das für den Hyphensoor typisch ist. Vergrößerung etwa 300fach.

Fig. 8 und 9. Dauersporen des Hyphensoors. In Fig. 9 sind die Hyphen entleert und alles Plasma mit den Reservestoffen in die Dauersporen und in die an sie grenzenden Hyphenteile gewandert. Vergrößerung etwa 300fach.

Fig. 10. An fünf Stellen gekeimte Dauerspore. Links unten haftet noch der alte Hyphenast, der die Dauerspore an seiner Spitze erzeugte. Er trägt seitlich unten eine kleine, nicht ausgereifte Dauerspore. Vergrößerung etwa 300fach.

Tafel II.

Fig. 11 und 12. Längsschnitte von Stichkulturen des Konidiensoors in Peptonagar. Man sieht das Zunehmen der Hyphenlänge gegen die Tiefe hin bis zu einem Optimum, unter dem die Länge wieder langsam abnimmt. Die reichlichere Konidienabschnürung gegen den Nagelkopf (Sauerstoff!) hin zeigt sich in Fig. 12 als weiße Umsäumung, in Fig. 11 als stärkere Schattierung und deutliches Hervortreten der dunkel gefärbten Stränge (= stark mit Konidien besetzte Hyphen). Vergrößerung: Fig. 11 etwa 20fach, Fig. 12 natürliche Größe.

Fig. 13. Die im Speichel aus den Soorkonidien ausgekeimten Hyphenschläuche wenden sich alle vom Deckglasrande, der als schwarzer, horizontal durchs Gesichtsfeld ziehender Strich erkennbar ist, weg. Wachstum vom Sauerstoff der Luft weg: negativer Aërotropismus. Vergrößerung etwa 300fach.

Fig. 14. Die ziemlich entfernt vom Deckglasrande (schwarze Schattierung im unteren Teile des Gesichtsfeldes!) ausgekeimten Konidien wachsen mit ihren Schläuchen senkrecht zu diesem: positiver Aërotropismus. Vergrößerung etwa 300fach.

Fig. 15. Ausschnitt aus einer Plattenkultur des Konidiensoors (Bierwürzgelatine). Die Kolonien links *(a)* waren verdunkelt und sind doppelt so groß als die im Lichte gewachsenen *(b)*. Natürliche Größe.

Anmerkung: Sämtliche Figuren mit Ausnahme von Fig. 7 sind Photographien.

Inhaltsangabe.